

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-190313

(P2002-190313A)

(43) 公開日 平成14年7月5日 (2002.7.5)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テブコード ⁸ (参考)
H 0 1 M	8/24	H 0 1 M	8/24
	8/04		8/04
	8/10		8/10
			Z 5 H 0 2 6
			T 5 H 0 2 7

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-390395(P2000-390395)

(22) 出願日 平成12年12月22日 (2000.12.22)

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号

(72) 発明者 楠瀬 順彦

神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号

富士電機株式会社内

(74) 代理人 100088339

弁理士 篠部 正治

Fターム(参考) 5H026 AA06 CC03 CC08 CX10

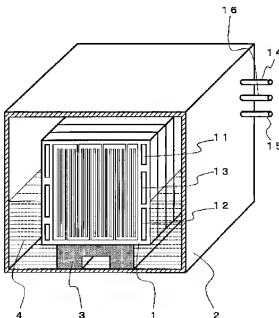
5H027 AA06 CC06

(54) 【発明の名称】 固体高分子電解質形燃料電池

(57) 【要約】

【課題】コンパクトで、過酷な条件下でも電気絶縁性が良好に保たれ、かつ反応熱が効率的に回収されるものとする。

【解決手段】燃料電池スタック 1 を密閉容器 2 の内部に収納し、絶縁スペーサー 3 を介して密閉容器 2 に固定し、密閉容器 2 の内部の燃料電池スタック 1 を取り囲む空間に電気絶縁性液体 4 を満たして、燃料電池スタック 1 と密閉容器 2 を電氣的に絶縁する。さらに、反応熱を受けて温度上昇した電気絶縁性液体 4 を外部の熱交換器に送って熱回収し、再び密閉容器 2 へと戻す。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 固体高分子電解質膜を用いて形成した単電池を複数個積層してなる燃料電池スタック、若しくは、複数個の前記単電池と複数個の加温用部材を積層してなる燃料電池スタックが密閉容器の内部に配設され、該密閉容器内の燃料電池スタックを取り囲む空間に電気絶縁性液体が満たされていることを特徴とする固体高分子電解質形燃料電池。

【請求項2】 請求項1に記載の固体高分子電解質形燃料電池において、密閉容器内の空間に満たされた前記電気絶縁性液体を、密閉容器と密閉容器外に設置された熱交換器と間で循環させ、熱交換器において冷却させる電気絶縁性液体の循環冷却系を備えていることを特徴とする固体高分子電解質形燃料電池。

【請求項3】 請求項2に記載の固体高分子電解質形燃料電池において、前記の電気絶縁性液体の循環冷却系が、燃料電池スタックの温度が特定の運転温度以上に達したとき電気絶縁性液体を循環させて冷却させる循環冷却系であることを特徴とする固体高分子電解質形燃料電池。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれかに記載の固体高分子電解質形燃料電池において、前記電気絶縁性液体が、ジメチルシリコンあるいはメチルフェニルシリコンを主成分とするシリコンオイル、あるいはフッロカーボンのうちのいずれかであることを特徴とする固体高分子電解質形燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、固体高分子電解質膜を用いて構成される固体高分子電解質形燃料電池に係わり、特に、電気絶縁性と熱回収性能に優れた燃料電池スタックの構成に関する。

【0002】

【従来の技術】 固体高分子電解質形燃料電池（PEFC: Polymer Electrolyte Fuel Cell）は電解質に高分子膜を用いる燃料電池で、高い出力密度が得られること、運転温度が100℃以下と低く短時間で起動でき、かつ安価な材料が利用できること等の利点を持つので、早期の実用化が期待されており、数十kW級の電池が自動車として、また1kW級の電池が家庭用として開発されている。

【0003】 図5は、固体高分子電解質形燃料電池の一典型的なセルの基本構成を示す模式図である。固体高分子電解質膜21の両面にアノード側電極層22とカソード側電極層23を配して構成された膜・電極接合体20（MEA: Membrane Electrode Assembly）を、アノード側拡散層24とカソード側拡散層25、さらに燃料ガス流通溝28を備えたセパレータ26と酸化剤ガス流通溝29を備えたセパレータ27とにより挟持して単セル30が構成されている。

【0004】 燃料電池スタックは、この単セル30を複

数個積層して構成される。図6は、燃料電池スタックの構成例を示す部分側面図である。複数個の単セル30を積層し、その両側に集電板31およびベアプレート32を配し、ばね33によって両側から加圧して保持されている。なお、図において、34は締付板、35は締付け用のスタッド、36はナットである。本構成において、純水素、あるいは天然ガスを改質した水素リッチな改質ガス等の燃料ガスと、空気等の酸化剤ガスを、図示しない供給配管を通して各単セルに供給すれば、電気化学反応を生じて発電する。積層された複数の単セルは電気的に直列接続をなすので、両側の集電板31の間には複数の単セルの総和の電圧が得られる。

【0005】 なお、本図の構成においては示されていないが、複数個の単セル30とともに、固体高分子電解質膜21を湿潤状態に保持するために用いられる加温用部材を積層して燃料電池スタックを構成する場合もある。また、上記の電気化学反応においては電気エネルギーが得られるとともに反応熱を生じるので、温度を所定の運転温度に維持するために、燃料電池スタックは冷却水等の冷媒により冷却される。

【0006】 このように燃料電池スタックには、2種類の反応ガスと冷媒とが供給、排出されるが、固体高分子電解質形燃料電池においては、通常、この供給、排出用のマニホールドを燃料電池スタックの構成部材の面内に配置する内部マニホールド構造が用いられている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 固体高分子電解質形燃料電池は、前述のように、給湯用の熱の取出しも兼ねた熱併給発電方式の据置型発電装置、および自動車用等の移動型発電装置として開発されている。このうち、熱併給発電方式の据置型発電装置では、給湯用の熱をできるだけ多量に得るために、燃料電池スタックからの放熱量を最小限に抑えることが最重要課題の一つである。このため、燃料電池スタックをガラス繊維等からなる断熱材で数重に覆う方式が一般的に採られるが、この断熱材の組み込みが発電装置全体のコンパクト化を図上で障害となっている。また、断熱材で数重に覆っても、断熱材の隙間や表面から散逸する熱を皆無にするには困難であり、如何に熱効率を向上させるかが課題となっている。

【0008】 また、一般に採用される内部マニホールド方式では、燃料電池スタックの外側面にマニホールドを付設する外部マニホールド方式に比較して燃料電池スタックの側面の露出部が広いため、断熱材で覆う構造を採用すると、長期間運転を停止した際に断熱材が水分を吸収して部分的に複数のセルが短絡し、性能が低下する危険性がある。この危険性を回避するためには、燃料電池スタックと断熱材との隙間を十分に確保する必要があるが、このように十分な隙間を取ると発電装置のコンパクト化と熱効率の向上がさらに困難となる。

【0009】一方、自動車用等の移動型発電装置として用いる固体高分子電解質形燃料電池では、コンパクトに構成するために電力発生密度を高めているので、発生する反応熱の密度も高く、この発生熱を効率的に外部に放散することが重要課題の一つである。一般の内燃機関では単純に空気をあてて冷却する方式が取り得るが、固体高分子電解質形燃料電池にこの方式を採用すると、空気中の水分や塩分、金属性の腐蝕などが燃料電池スタックに付着して短絡を起こす危険性がある。したがって、移動型の固体高分子電解質形燃料電池においては、このような短絡の危険性がなく、さらに、大雨に遭遇しても、また深い水溜りを通して良好な電気絶縁性が維持される冷却方式を組み込む必要があり、かつ車載するためにはコンパクトに構成されるものとする必要がある。

【0010】本発明は上記のごとき技術課題を考慮してなされたもので、本発明の目的は、シンプルかつコンパクトに構成され、過酷な条件下においても燃料電池スタックの汚染が防止されて電気絶縁性が良好に保たれ、さらに、燃料電池スタックから反応熱が効率的より取り出されて回収される固体高分子電解質形燃料電池を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明においては、上記の目的を達成するために、固体高分子電解質形燃料電池において、

(1) 固体高分子電解質膜を用いて形成された単電池を複数個積層してなる燃料電池スタック、若しくは、複数個の上記の単電池と複数個の加温部材を積層してなる燃料電池スタックを密閉容器の内部に配設し、この密閉容器内の燃料電池スタックを取り囲む空間に電気絶縁性液体、例えば、ジメチルシリコンあるいはメチルフェニルシリコンを主成分とするシリコンオイル、あるいはフロロカーボン等の電気絶縁性液体を満たすこととする。

【0012】(2) 上記(1)において、さらに、上記の電気絶縁性液体の循環冷却系を備えて、電気絶縁性液体を上記の密閉容器と密閉容器外に設置された熱交換器との間で循環させ、熱交換器において冷却させることとする。

(3) また、上記(2)において、燃料電池スタックの温度が特定の運転温度以上に達した時、上記の電気絶縁性液体を循環させることとする。

【0013】燃料電池スタックと燃料ガス、酸化剤ガス、冷媒を供給、排出する配管系とは、セラミックスや樹脂等の電気絶縁性材料よりなる絶縁パイプを介して接続され、電氣的に絶縁されている。したがって、上記の

(1)のごとき燃料電池スタックを密閉容器の内部に配設し、この燃料電池スタックを取り囲む密閉容器内の空間に電気絶縁性液体を満たせば、燃料電池スタックは密閉容器を含む外部と電氣的に絶縁される。特にジメチル

シリコンあるいはメチルフェニルシリコンを主成分とするシリコンオイル、あるいはフロロカーボン等の電気絶縁性液体の絶縁性能力は空気や水に比べて格段に優れているので、燃料電池スタックと密閉容器との間隔は僅かであり、したがって、密閉容器の大きさは小さくてよく、コンパクトに構成できる。なお、燃料電池スタックは内部を流れる反応ガスが外部に漏れないように厳重なガスシール構造が採られているので、電気絶縁性液体中に配しても、燃料電池スタック中に電気絶縁性液体が漏れ込んでトラブルを引き起こす恐れはない。

【0014】さらに、上記の(2)のごとく、この電気絶縁性液体を密閉容器と密閉容器外に設置された熱交換器との間で循環させ、熱交換器において冷却させることとすれば、燃料電池スタックで生じた反応熱が電気絶縁性液体によって密閉容器外へと取出され、熱交換器において効率的に回収されるので、熱回収効率の高い装置が構成される。また、反応熱が電気絶縁性液体によって速やかに密閉容器外へと取出されるので、燃料電池スタックを収納した密閉容器を特に断熱するの必要はない。したがって、従来の装置のごとく断熱材によって覆う必要はなく、コンパクトに構成できることとなる。

【0015】また、上記のごとき電気絶縁性液体の循環系を備えて熱交換器において冷却させると、温度が低く、発生熱の少ない起動直後には、燃料電池スタックが過熱に冷却され、定格温度に達するのに長時間を要することとなる。したがって、上記の(3)のごとく、燃料電池スタックの温度が特定の運転温度以上に達した時、上記の電気絶縁性液体を循環させることとすれば、温度の低い起動時には燃料電池スタックの冷却が抑えられて温度上昇が早くなるので、起動時間が短縮され、効率的に運転できることとなる。

【0016】また、ジメチルシリコンやメチルフェニルシリコン等の電気絶縁性液体では引火点が200~300℃と高い液体が容易に選定できるので、100℃以下の温度で運転する固体高分子電解質形燃料電池では引火の危険性はない。なお固体高分子電解質形燃料電池以外の方式の燃料電池では、運転温度が190~1000℃と高いこと、また、特にりん酸燃料電池では腐食性の強いりん酸を電解質として用いるために完全に密封できるシール材が得られないこと等の理由により、上記のように燃料電池スタックを電気絶縁性液体中に浸漬する構成を採ることは困難である。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施例を用いて説明する。

<実施例1>図1は、本発明の固体高分子電解質形燃料電池の第1の実施例の燃料電池スタックと密閉容器の基本構成を示す分解斜視図である。

【0018】本実施例では、複数の単セルを積層して構成された燃料電池スタック1は、金属製の方形形状の密閉

容器2の内部に配設され、アルミナ製の絶縁スペーサー3および図示しない樹脂製の絶縁ボルトによって密閉容器2に固定されている。この燃料電池スタック1を取り囲む密閉容器2の内部の空間には電気絶縁性液体4として、ジメチルシリコーン液（信越シリコーン社製 KP96B）が満たされている。図1においては、表示を容易にするために密閉容器2の内部の下半部の空間にのみ電気絶縁性液体4を表示しているが、電気絶縁性液体4は密閉容器2の内部の燃料電池スタック1を取り囲む全空間を満たしている。

【0019】燃料電池スタック1は内部マニホールド方式で、燃料電池スタック1を構成する複数の単セルは、いずれも面内周辺部にそれぞれ一對の燃料ガスマニホールド11、酸化剤ガスマニホールド12、冷媒マニホールド13を備えている。またこれらのマニホールドは、密閉容器2に付設された燃料ガス配管14、酸化剤ガス配管15、冷媒配管16に、アルミナ、あるいはポリテトラフルオロエチレン等の電気絶縁性材料よりなる図示しない絶縁パイプを介して接続されている。水素を主成分とする燃料ガスは外部の改質装置から燃料ガス配管14を通して燃料ガスマニホールド11へと送られ、燃料電池スタック1の各単セルの面内を流れて電気化学反応に寄与したのち、反対側の燃料ガスマニホールドに集められ、密閉容器2の外部へ取出される。同様に、酸化剤ガスマニホールド12には酸化剤ガス配管15を通して空気圧縮機によって送られた空気が供給され、各単セルの面内を流れて電気化学反応に寄与する。また、冷媒としての冷却水がポンプによって冷媒配管16を介して冷媒マニホールド13へと送られ、燃料電池スタック1を冷却する。

【0020】本構成では、上記のように、燃料電池スタック1は絶縁スペーサー3によって密閉容器2に固定され、燃料電池スタック1へ給排するガスおよび冷媒の配管には絶縁パイプが組み込まれ、また、燃料電池スタック1を取り囲む密閉容器2の内部の空間には電気絶縁性液体4が満たされているので、燃料電池スタック1は外部に対して完全に電気絶縁されている。また、燃料電池スタック1が密閉容器2の内部に配されているので、過酷な条件下においても汚染される恐れことなく安定して運転できる図2は、本実施例の密閉容器に満たされている電気絶縁性液体4の循環供給系の基本構成を示す系統図である。模式的に示したように、燃料電池スタック1は密閉容器2の内部に収納され、燃料電池スタック1を取り囲む密閉容器2内の空間には、電気絶縁性液体4としてのジメチルシリコーン液が満たされている。また、燃料電池スタック1には、密閉容器2に付設された燃料ガス配管14、酸化剤ガス配管15、冷媒配管16を介して、燃料ガス、酸化剤ガス、および冷却水が供給されている。電気絶縁性液体4の循環供給系には、熱交換器5、オイルタンク6、およびポンプ7が組み込まれ

ており、電気絶縁性液体4としてのジメチルシリコーン液はポンプ7によって本循環供給系を循環している。すなわち、密閉容器2において燃料電池スタック1の周囲を流れ、電気化学反応に伴う発熱を吸収して温度上昇した電気絶縁性液体4は、熱交換器5に送られ、外部冷却水との熱交換により冷却されたのち、オイルタンク6へと戻され、再び密閉容器2の内部へと送られる。

【0021】したがって、本構成では、燃料電池スタック1が、内部を流れる冷却水と周囲を流れる電気絶縁性液体4の双方によって冷却され、所定の運転温度に保持されることとなるので、効率よく熱回収される。
＜実施例2＞図3は、本発明の固体高分子電解質形燃料電池の第2の実施例の密閉容器に満たされている電気絶縁性液体4の循環供給系の基本構成を示す系統図である。

【0022】本実施例の燃料電池スタック1および密閉容器2の構成は図1に示した第1の実施例の構成と同一である。本実施例の第1の実施例との相違点は電気絶縁性液体4の循環供給系の構成にある。すなわち、第1の実施例においては水冷式の熱交換器5が用いられていたのに対して、本実施例では図3に見られるごとく熱交換促進用のファン9を備えた空気の熱交換器8が用いられている。燃料電池スタック1の温度が所定温度まで上昇したのちこのファン9を動作させることとすることによって、装置の起動時間を短縮することができる。また、移動用の固体高分子電解質形燃料電池の場合には、走行に伴って受ける風によりこのファン9を回転させることとしてもよい。なお、本実施例では電気絶縁性液体4としてメチルフェニルシリコーン液（GE東芝シリコーン社製 KP96H）を用いているが、第1の実施例で用いたジメチルシリコーン液を用いてもよい。また、本実施例のメチルフェニルシリコーン液を第1の実施例の電気絶縁性液体4として用いてもよい。

【0023】＜実施例3＞図4は、本発明の固体高分子電解質形燃料電池の第3の実施例の燃料電池スタックと密閉容器の基本構成を示す分解斜視図である。本実施例の構成の特徴は、燃料電池スタック1を収容する密閉容器として、第1の実施例の方形の密閉容器2に代わって、円筒状の密閉容器2Aが用いられ、付随して絶縁スペーサー3と形状のやや異なる絶縁スペーサー3Aが組み込まれていることにある。また、本実施例では、電気絶縁性液体4としてメチルフェニルシリコーン液（GE東芝シリコーン社製 TSF-431）が用いられている。このメチルフェニルシリコーン液等の電気絶縁性液体は凝固点が -70°C と低いので実用的な環境条件では凍結して燃料電池スタック1や配管等を破損する恐れがなく、長期保管する際にもこの電気絶縁性液体を抜き取る処置が不要であるので、メンテナンスも容易となる。なお、図1と同様に図4においても、表示を容易にするために密閉容器2Aの内部の下半部の空間にのみ電気絶縁性液体

4を表示しているが、電気絶縁性液体4は密閉容器2Aの内部の燃料電池スタック1を取り囲む全空間を満たしている。

【0024】なお、図1、あるいは図4の構成のごとく、密閉容器内に上記のごとき電気絶縁性液体を満たして構成した燃料電池を寒冷地で使用する場合には、これらの電気絶縁性液体が保温材の役割を果たすので、装置を停止した際の温度低下を緩やかにすることができる。このため、停止期間中の凍結防止ヒーターの利用時間が短縮されるので、省エネルギー化が図れる。また、これらの電気絶縁性液体は氷点下でも粘性を維持するので、凍結防止の措置を行う必要がなく、メンテナンスも容易となる。

【0025】

【発明の効果】以上述べたように、本発明においては、(1) 固体高分子電解質形燃料電池を請求項1に記載のごとく構成することとしたので、過酷な条件下においても汚染が防止されて電気絶縁性が良好に保たれ、さらに、電気絶縁および断熱のための所要寸法が大幅に縮小してコンパクトに構成され、かつ、メンテナンスも容易な固体高分子電解質形燃料電池が得られることとなった。

【0026】(2) また、請求項2のごとく構成することにより、発生熱が極めて効率よく回収される固体高分子電解質形燃料電池が得られることとなった。例えば、家庭用の1kW発電装置では、交流出力1kWに対して1.5kW程度の反応熱が生じ、従来、100W程度(約7%)の燃料電池からの放熱により散逸していたが、本発明の構成を用いることによって、この放熱量のほぼ全量が回収されることとなり、新設のポンプの動力を差し引いて約3%総合効率を向上することができた。また、移動用の30kW発電装置では、発生した40kW以上の熱量を環境条件にかかわらず容易に排出できるようになった。

【0027】(3) さらに、請求項3のごとく構成することにより、短時間で起動可能な固体高分子電解質形燃

料電池が得られることとなった。すなわち、本構成によって起動開始後の燃料電池スタックの温度上昇が早まり、定格出力が得られるまでの時間を約20%短縮できることとなった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の固体高分子電解質形燃料電池の第1の実施例の燃料電池スタックと密閉容器の基本構成を示す分解斜視図

【図2】第1の実施例の密閉容器に満たされている電気絶縁性液体の循環供給系の基本構成を示す系統図

【図3】本発明の固体高分子電解質形燃料電池の第2の実施例の密閉容器に満たされている電気絶縁性液体の循環供給系の基本構成を示す系統図

【図4】本発明の固体高分子電解質形燃料電池の第3の実施例の燃料電池スタックと密閉容器の基本構成を示す分解斜視図

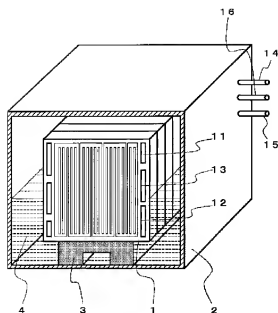
【図5】固体高分子電解質形燃料電池の一般的なセルの基本構成を示す模式図

【図6】燃料電池スタックの構成例を示す部分断面図

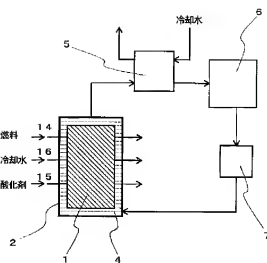
【符号の説明】

- 1 燃料電池スタック
- 2, 2A 密閉容器
- 3, 3A 絶縁スペーサー
- 4 電気絶縁性液体
- 5 熱交換器(水冷式)
- 6 オイルタンク
- 7 ポンプ
- 8 熱交換器(空冷式)
- 9 ファン
- 10 燃料ガスマニホールド
- 11 酸化剤ガスマニホールド
- 12 冷媒ガスマニホールド
- 13 燃料ガス配管
- 14 酸化剤ガス配管
- 15 冷媒配管

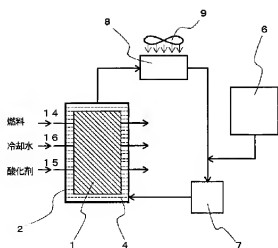
【図1】



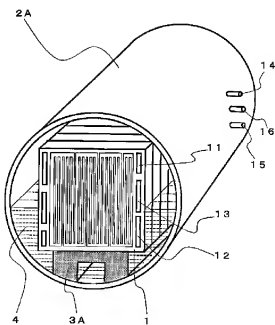
【図2】



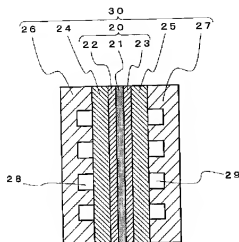
【図3】



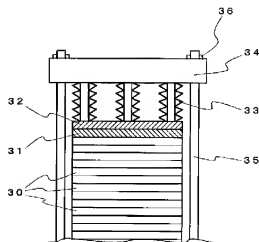
【図4】



【図5】



【図6】



【手続補正書】

【提出日】平成13年6月19日(2001.6.19)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正内容】

【0019】燃料電池スタック1は内部マニホールド方式で、燃料電池スタック1を構成する複数の単セルは、いずれも面内周辺部にそれぞれ一の燃料ガスマニホールド11、酸化剤ガスマニホールド12、冷媒マニホールド13を備えている。またこれらのマニホールドは、密閉容器2に付設された燃料ガス配管14、酸化剤ガス配管15、冷媒配管16に、アルミナ、あるいはポリテトラフロロエチレン等の電気絶縁性材料よりなる図示しない絶縁パイプを介して接続されている。水を主成分とする燃料ガスは外部の改質装置から燃料ガス配管14を通して燃料ガスマニホールド11へと送られ、燃料電池スタック1の各単セルの面内を流れて電気化学反応に寄与したのち、反対側の燃料ガスマニホールドに集められ、密閉容器2の外部へ排出される。同様に、酸化剤ガスマニホールド12には酸化剤ガス配管15を通して空気圧縮機によって送られた空気が供給され、各単セルの面内を流れて電気化学反応に寄与する。また、冷媒としての冷却水がポンプによって冷媒配管16を介して冷媒マニホールド13へと送られ、燃料電池スタック1を冷却する。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正内容】

【0020】本構成では、上記のように、燃料電池スタック1は絶縁スペーサー3によって密閉容器2に固定され、燃料電池スタック1へ給排するガスおよび冷媒の配管には絶縁パイプが組み込まれ、また、燃料電池スタック1を取り囲む密閉容器2の内部の空間には電気絶縁性液体4が満たされているので、燃料電池スタック1は外部に対して完全に電気絶縁されている。また、燃料電池スタック1が密閉容器2の内部に配されているので、過酷な条件下においても汚染される恐れなく安定して運転できる図2は、本実施例の密閉容器に満たされている電気絶縁性液体4の循環供給系の基本構成を示す系統図である。模式的に示したように、燃料電池スタック1は密閉容器2の内部に収納され、燃料電池スタック1を取り囲む密閉容器2内の空間には、電気絶縁性液体4としてのジメチルシリコン液が満たされている。また、燃料電池スタック1には、密閉容器2に付設された燃料ガス配管14、酸化剤ガス配管15、冷媒配管16を介して、燃料ガス、酸化剤ガス、および冷却水が供給されている。電気絶縁性液体4の循環供給系には、熱交換器5、オイルタンク6、およびポンプ7が組み込まれており、電気絶縁性液体4としてのジメチルシリコン液はポンプ7によって本循環供給系を循環している。すなわち、密閉容器2において燃料電池スタック1の間隙を流れ、電気化学反応に伴う発熱を吸収して温度上昇した電気絶縁性液体4は、熱交換器5に送られ、外部冷却水との熱交換により冷却されたのち、オイルタンク6へと戻され、再び密閉容器2の内部へと送られる。